

**Univerzita Karlova  
Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Geologie

Studijní obor: Geologie



Michaela Šťovíčková

Požárská žula a její vlastnosti s ohledem na trvanlivost  
Požáry granite and its properties influencing durability

Bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. Mgr. Richard Přikryl, Dr.

Praha 2019

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce, ani její podstatná část, nebyla předložena k získání stejného nebo jiného akademického titulu.

V Praze dne 3. 7. 2019

.....

Podpis

## Poděkování:

Ráda bych poděkovala především své matce za finanční i psychickou podporu při mém studiu. Dále svému školiteli, prof. Richardu Přikrylovi, Ph.D., za cenné rady a trpělivost při psaní této práce. Celému studijnímu oddělení Přírodovědecké fakulty a RNDr. Daně Fialové, Ph.D. za skvěle odvedenou práci při podpoře studentů s individuálními potřebami. Nakonec bych chtěla poděkovat Mgr. Anně Zvettlerové za psychickou oporu v nejtěžších chvílích mého studia.

## ABSTRAKT

Požárská žula, nacházející se na severozápadním okraji Středočeského plutonického komplexu, je již přes 100 let jedním z našich nejvýznamnějších přírodních kamenů. Kvůli svému příznivému vzhledu, velmi dobré leštitelnosti a dobrým fyzikálním vlastnostem se stala oblíbeným dekoračním kamenem. Byla použita na mnoha významných stavbách a pomnících v tuzemsku i zahraničí. I přes deklarované vynikající fyzikální vlastnosti se na jejím leštěném povrchu začínají výrazně projevovat různé zvětrávací formy. Tato bakalářská práce v první části stručně referuje o petrologii granitů, jejich zvětrávání a využití pro dekorativní účely. Druhá část se věnuje sumarizaci dosud známých informací o požárské žule. Věnuje se jejímu umístění v rámci Středočeského plutonického komplexu, její mineralogii, petrologii, použití a historické i dnešní těžbě. Na tuto bakalářskou práci by měla navazovat diplomová práce, věnující se experimentálnímu studiu požárské žuly.

## ABSTRACT

Požáry Granite, cropping out on NW margin of Central Bohemian Plutonic complex, is ranked to the most valuable decorative varieties of natural stone in the Czech Republic. The stone is characterised by plausible appearance, excellent polishing ability and favourable physical properties. It has been used for numerous structures and monuments in the Czech Republic and abroad. Despite declared favourable properties, it is prone decay, specifically on the polished surface. This bachelor thesis discusses granite petrology, their weathering and usage for decorative purposes. In the second part, the thesis summarizes current knowledge on Požáry Granite. The study focuses on its position within the Central Bohemian Plutonic Complex, mineralogy, petrology, usage, and historical/current exploitation. This bachelor thesis is generally aimed as introduction to the planned master thesis which should focus on experimental study of Požáry Granite.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Příklad použití žuly na dekorativní dlažbu .....	3
Obr. 2. Bowenovo reakční schéma (Holub, 2002). .....	6
Obr. 3. Projev kaolinizace na kostele Sv. Jorge ve městě La Coruña (Schiavon, 2006). .....	7
Obr. 4. Granulární desintegrace na budově ve městě Ávila ve Španělsku (M. Gómez-Heras et al., 2006). .....	8
Obr. 5. Rozdělení středočeského plutonického komplexu (Cháb et al. 2008). Vysvětlivky: 1 – gabbro/gabrodiorit, 2 – Sázavský tonalit/diorit/granodiorit, 3 – Kozárovský granodiorit, 4 – Těchnický granodiorit, 5 – Požárský trondhjemit, 6 – Blatenský granodiorit (N – Něčínský granodiorit), 7 – hraniční granit, 8 – granodiorit z Červené (Č) a Dehetníku (D), 9 – Kozlovický a Maršovický granodiorit, 10 – Sedlčanský granodiorit, 11 – melagranit/metagranit z Čertova břemena, 12 – Tábořský melasyenit, 13 – Říčanský granit, 14 – Benešovský granodiorit, 15 – Migmatit (Mirotice, Staré Sedlo), 16 – Alaskit z Jílového, 17 – leucogranity, 18 – tektonostratigrafická hranice jednotek, 19 – zlomy, Pe – Peceradické gabbro, Z – Zálužanský křemenný monzonit, Zb – Zbonínský granit, KH – granodiorit z Kosovské Hory, Ny – Nýřanský granit, Mč – Mračský granodiorit, L – Lešetická jednotka, Ob – Obořišťská jednotka. ....	9
Obr. 6. Klasifikace SČPK dle Janouška (2000b). .....	10
Obr. 7. Klasifikace granitoidů SČPK dle Holuba (1997). .....	11
Obr. 8. Členění SČPK dle Klomínského (2010). .....	12
Obr. 9. Požárská žula pod optickým mikroskopem v procházejícím světle, polarizace s jedním nikolem (P. Koutník et al., 2015). .....	14
Obr. 10. Požárská žula pod optickým mikroskopem v procházejícím světle, polarizace se zkříženými nikoly (P. Koutník et al., 2015). .....	14
Obr. 11. Dokumentační destička vybroušené požárské žuly 15 x 8 cm (ČGS, 2009). .....	14
Obr. 12. Jezdecká socha Jana Žižky na Vítkově (VHÚP, 2010). .....	16
Obr. 13. Jezdecká socha Jana Žižky na Vítkově (VHÚP, 2010). .....	16
Obr. 14. Pomník českým legionářům na pařížském hřbitově Père-Lachaise .....	16
Obr. 15. Na mapě z 19. století je krásně vidět brzdová dráha k lomu "v Doubí" (Austrian State Archive, 1842-1852). .....	17

## Seznam tabulek

Tab. 1. Obsahy prvků/oxidů klasifikace S-I-A-M dle Wintera z dat Whita a Chapella (1983), Clarka (1992) a Whalena (1985). * Molární poměr $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ . ....	6
Tab. 2. Příklady některých momentálně činných lomů SČPK. ....	13
Tab. 3. Základní fyzikální vlastnosti požárské žuly (Koutník, a další, 2015). ....	15

## Obsah

1	Úvod .....	1
2	Vymezení dekoračního kamene .....	2
2.1	Použití žuly jako dekoračního kamene.....	2
3	Petrologie/petrografie granitoidů.....	3
3.1	Petrografické vymezení .....	3
3.2	Geneze .....	5
3.3	Zvětvávání granitů .....	6
4	Požárská žula .....	9
4.1	Stručně o Středočeském plutonickém komplexu.....	9
4.2	Těžba hornin ve Středočeském plutonického komplexu.....	13
4.3	Petrologie požárské žuly.....	13
4.4	Jako dekorační kámen .....	16
4.5	Historická těžba Požárské žuly.....	17
4.6	Těžba dnes .....	18
4.6.1	Požáry – „na Vrších“ .....	18
4.6.2	Lom Krhanice.....	18
5	Závěr.....	20
6	Literatura .....	21

## 1 ÚVOD

Těžba a využití žul (hlubinných vyvřelých hornin) má na území České republiky dlouhou tradici. Rozsáhlejší lomy s průmyslovou těžbou byly zakládány během 19. století, zejména v jeho 2. polovině. K významným produkčním oblastem patří tradičně středočeský plutonický komplex s řadou horninových i obchodních typů.

Na přední místo mezi horninami středočeského plutonického komplexu lze klást požárskou žulu pocházející z několika lomů v okolí obce Prosečnice. Požárská žula patřila k nejoblíbenějším typům přírodního kamene již na sklonku mocnářství, ale též v dobách první republiky. Její obliba souvisela s velmi příznivým vzhledem, vynikající leštitelností a příznivými fyzikálními vlastnostmi. Byla využita na řadě významných staveb, včetně pomníkových prací.

Těžba této horniny byla ve většině původních lomů ukončena po 2. světové válce, s výjimkou jediného, v němž se dobývání blokového kamene zachovalo dodnes. Pokles zájmu lze obtížně jednoznačně interpretovat, v posledních desetiletích 20. století však může souviset i s privatizací a změnami vlastníků lomu. K výraznější obnově těžby dochází až v posledních letech, kdy je však dávana přednost hornině z hlubších partií ložiska, která svým vzhledem neodpovídá kameni, který byl uváděn na trh na přelomu 19. a 20. století. Vlastnosti dnes těženého a obchodovaného kamene tak mohou být značně odlišné, to samé se bude týkat jeho odolnosti vůči zvětrávacím vlivům.

Tato bakalářská práce si klade za cíl shrnout znalosti o požárské žule formou rešerše dostupné literatury. Jako nezbytný úvod je předržena část, týkající se vymezení pojmu granit a pojednávající o jeho mineralogických, geochemických a petrologických aspektech. Pozornost je rovněž věnována otázkám zvětrávání žul.



## 2 VYMEZENÍ DEKORAČNÍHO KAMENE

Přírodní kámen je jeden z nejstarších materiálů, který je lidmi využíván ve stavebnictví. Nejprve se užívaly kameny místní, neopracované a přirozeně uvolněné z horninového masivu. S rozvojem lidských dovedností a jejich nástrojů pro dobývání kamene, jeho úloha ve stavebnictví a následně i kultuře rostla (Koutník et al., 2015). Přírodní kámen je v dnešní době neodmyslitelně spjatý se stavebnictvím, architekturou a sochařstvím. V každém odvětví je potřeba jiných fyzikálních vlastností určitého kamene, ale v posledních dvou zmíněných disciplínách je hlavním faktorem také jeho estetičnost. S ohledem na tento další posuzovací atribut se v těchto odvětvích využívá termín dekorační kámen (Rybařík, 1994).

Jako dekorační kameny se využívají všechny typy hornin, které svými vlastnostmi vyhovují ušlechtilým kamenickým pracím a pracím kamenosochařským (Kužvart, 1990). Ušlechtilá kamenická výroba však představuje jen malou část z celkové těžby stavebního a lomového kamene. Těmito vlastnostmi jsou hodnotnější a cenou dražší než klasický stavební kámen; proto se těží i na menších ložiskách, na kterých by se v případě méně cenného kamene nevyplatilo lámat. Petrograficky lze dekorační kameny rozdělit na sedimenty (např. travertin, břidlice, opuky), vyvřeliny (světlé – žulového typu a tmavé, kam se řadí i většina vulkanitů) (Kužvart, 1984). Jedním z nejvíce využívaných a nejvýznamnějších dekoračních kamenů v nejen České republice jsou magmatické granitoidní horniny souborně označované jako žula.

Nejvíce dnes využívaného komerčního granitu vzniklo v Proterozoiku (60%), Archaiku (20%) a Paleozoiku (15%). Konkrétně jsou to mladoarchaické štíty (2.7 – 2.6 Ga, 18%), orogeneze variská (devon/karbon, 17%), panafrická (0.7 – 0.5 Ga, 16%) a grenvillská (1.2 – 1.1 Ga, přes 10%) (Pivko, 2004).

Trh s přírodním kamenem je již dnes plně rozvinut. Důkazem toho je například možnost vidět v určitém městě dekorační kameny z celého světa. Státy či oblasti, které se řadí mezi hlavní producenty žuly ve světě, jsou Indie (32%), Brazílie (22%), USA (10%), Finsko (5%) a Jižní Amerika (5%) (Pivko, 2004). Nejpodstatnější lomařská střediska v České republice jsou vázána na středočeský, krkonošsko-jizerský masív, nasavrcký masív a čistecko-jesenický masív. Na Moravě pak dále na moldanubický a žulovský pluton (Kužvart, 1987).

První část této rešeršní bakalářské práce si klade za cíl zesumarizovat všeobecné poznatky o použití granitů jako dekoračního kamene, jeho klasifikaci, genezi a zvětrávání. Její druhá část se věnuje shrnutí všech dosud známých skutečností o těžbě, petrologii a využití požárské žuly.

### 2.1 Použití žuly jako dekoračního kamene

Žuly se staly oblíbenými stavebními a dekoračními kameny díky jejich skloubení dobrých fyzikálních vlastností, jako je jejich homogenita, tvrdost, pevnost, trvanlivost a vysoká míra estetičnosti, která skýtá velké množství vzorů a širokou škálu odstínů šedé a růžové (Klomíský et al., 2010; Rybařík, 1994). Kvůli těmto vlastnostem se využívá v interiéru i exteriéru, pro který jsou vysoce vhodné. Dále se cení také jejich schopnost vylamování ve velkých blocích, či velice dobrá leštitelnost a mrazuvzdornost.

Příliš vysoký stupeň rozpukání ložiska žuly ji může předurčovat pro výrobu drceného kameniva (Kužvart, 1984). Jako dekorační kámen se využívají jako obklady budov a sloupoví, podstavce pomníků a dekoračních dlažeb (Obr. 1). Nezřídka kdy také bývá oblíbeným sochařským kamenem. V sochařské terminologii patří mezi materiály tvrdé a těžko opracovatelné, přesto se hojně využívá kvůli své trvanlivosti. Nejen pro tyto účely se těží již od starověku (Rybařík, 1994).



Obr. 1. Příklad použití žuly na dekorativní dlažbu (<https://all.biz/mosaic-from-granite-a-natural-stone-for-a-floor-g2504424UA>).

### 3 PETROLOGIE/PETROGRAFIE GRANITOIDŮ

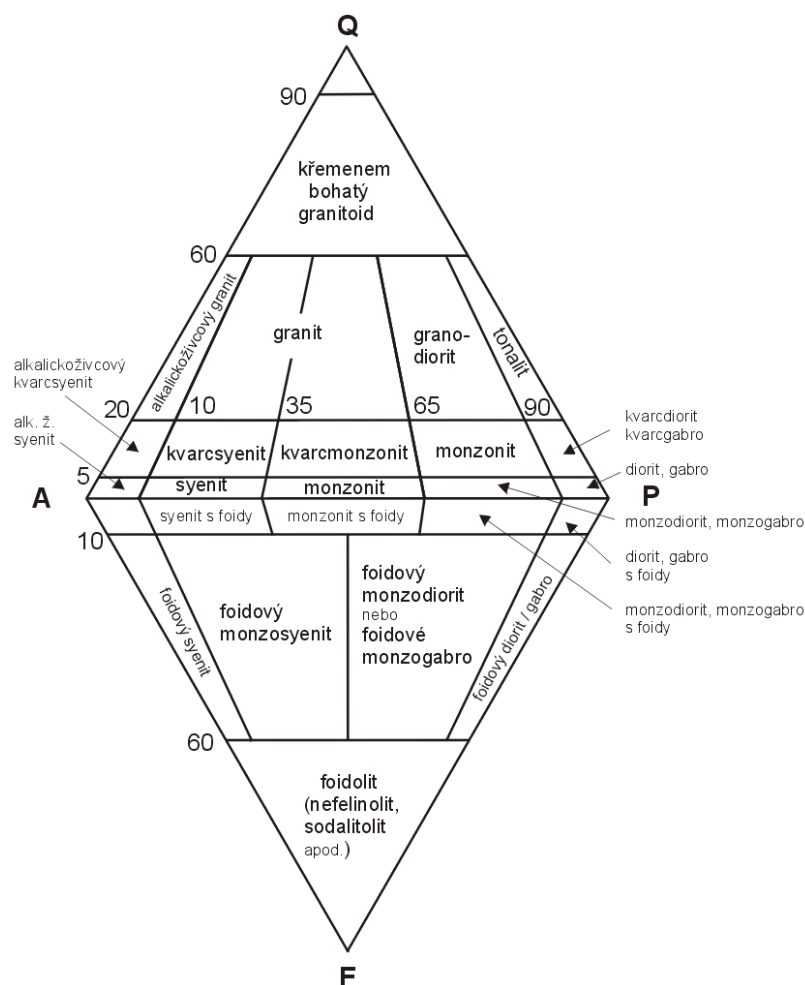
#### 3.1 Petrografické vymezení

Jako žuly se označují v technické praxi kyselé až intermediální granitoidy, které jsou vázány na povrchové, denudací obnažené části plutonů a masívů (Kužvart, 1987). Granitoidy jsou felsického složení a častěji se vyskytují v kontinentální kůře než v kůře oceánské. Mohou vznikat tavením a intruzí magmatu, nebo jeho diferenciací. Jsou vždy intruzivní, přičemž jejich tělesa mohou nabývat velmi rozmanitých tvarů, mohou tvořit žíly, kruhové komplexy, pně, pluton i batolity (Petránek et al., 2016). Všeobecně se pro velkou škálu felsických intruzivních hornin s vysokým obsahem křemene a živců používá zjednodušeně označení granit, i když příhodnější termín, který by se měl pro označování těchto hornin používat, je granitoid, jelikož jde o velkou škálu hornin, u kterých se liší nejen protolit, ale i prostředí, ve které vznikají. Jsou to nejčastěji se vyskytující se horniny ve svrchní kontinentální kůře – cca 86% (Wedepohl, 1991).

Granit je petrograficky přesně vymezen svým složením (Winter, 2001). Hlavními horninotvornými minerály granitů jsou: křemen, alkalický a draselný živec, jejichž zastoupení určuje klasifikaci dle modálního složení (Obr. 2). V některých horninách, které se někdy řadí do granitoidů, tyto minerály téměř chybí (např. Holub, 2002): např. v tonalitech (Winter, 2001). Běžné granitoidy se shodují s horninami leukokratními, ojediněle mezokratními a ve výjimečných případech až melanokratními (Holub, 2002).

Běžný obsah mafických minerálů stoupá s podílem plagioklasu ze sumy živců (Obr. 3). Toto pravidlo má však spoustu výjimek. Pro alkalickoživcový granit se považuje za normální obsah mafitů od 0% do 20%, přičemž neobyčejně světlé varianty se označují jako alaskity. V granitech je normální obsah mafitů 5-20%, v granodioritech je to 5-25% a v tonalitech 10-40%. Přestože tonality jsou v průměru z granitoidů nejtmavší, do jejich skupiny spadají i některé horniny velmi světlé. Takovéto leukotonality se klasicky označují jako trondhjemit – dle názvu města Trondheim v Norsku (Holub, 2002). Současně se od granitu k tonalitu mění běžné složení a proporce mafických minerálů. Průměrné zastoupení Ca amfibolů stoupá, naopak pak zase rychle klesá pravděpodobnost přítomnosti muskovitu, eventuálně turmalínu, vedle nejběžnějšího biotitu (Pitcher, 1993).

Alkalické živce v granitech zastupují mikroklin a ortoklas, které klasicky bývají pertitické. Většina obsažených plagioklasů je kyselá v řadách albit-oligoklas až oligoklas-andezín, v tonalitech obvykle intermediální (andezín) (Holub, 1996).



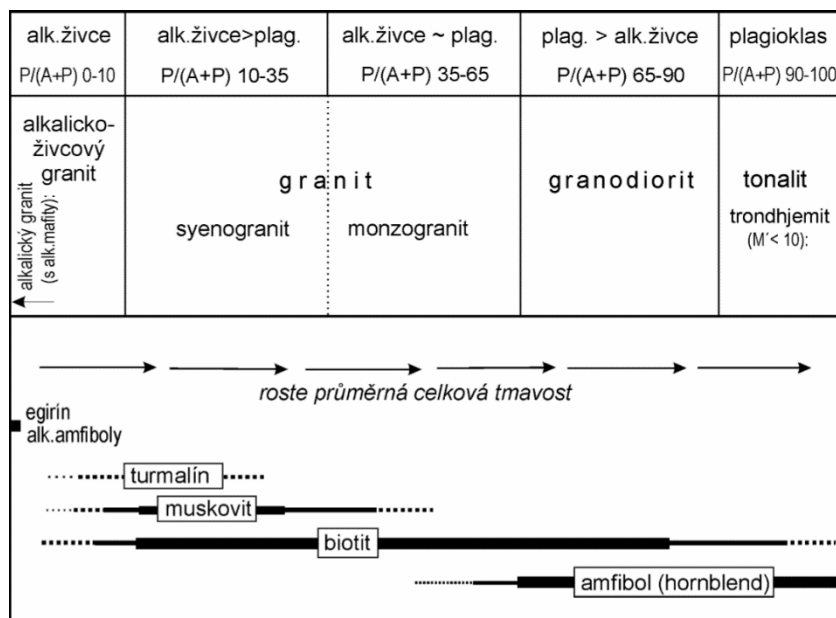
Obr. 2. QAPF diagram klasifikace hlubinných magmatických hornin felsického složení, založený na modálním zastoupení křemene (Q), alkalických živců (A), plagioklasů (P) a zástupců živců - foidů (F).

Jako akcesorické minerály se granitech mohou vyskytovat apatity, zirkony, magnetity, ilmenity, monazity, titanity, turmalíny a další. Jejich množství a variabilita závisí na koncentraci nekompatibilních stopových prvků, které se v silikátových magmatech často vyskytují (Winter, 2001).

Granity mají plně krystalickou vnitřní stavbu, která může být rovnoměrně i nerovnoměrně zrnitá (Dudek et al. 1984). Jejich střední až hrubá zrnitost reflektuje pomalé chladnutí, které dává tak větší prostor pro krystalizaci a vznik volatilií, zejména pak pro H<sub>2</sub>O volatilie. Voda obsažená v magmatu celkově zpomaluje nukleaci a usnadňuje krystalizaci vodnatých minerálů (Winter, 2001).

Jako první ze silikátových magmat obvykle krystalizují akcesorické minerály (například zirkon a apatit), které pak následují plagioklas a mafické minerály, především hornblendy a biotity. Křemen a alkalické živce krystalizují v pozdějších fázích mezi téměř kompletní krystaly minerálů dřívějších fází. Tím se vytváří takzvaná magmatická mikrostavba (Winter, 2001; Nédélec a Bouchez, 2015).

V intruzivních horninách se často objevují xenolity, u kterých se předpokládá, že to jsou pravděpodobně kusy okolních hornin utržené ze stěn magmatického krbu anebo z přírodních kanálů magmatu. Jelikož se nejedná o ojedinělé případy a termín xenolit je obecné označení úlomků ve všech horninách, ustálilo se užívání termínu enkláva, který označuje xenolity v magmatických horninách (Best et al., 2000).



Obr. 3. Přehled základní klasifikace granitoidů a schematické vyjádření typického zastoupení mafických minerálů nebo muskovitu v granitoidech v závislosti na poměru plagioklasu ku sumě živců (Holub, 2002).

### 3.2 Geneze

Kvůli své rozmanitosti byly granitoidy předmětem dlouhé kontroverzní debaty o jejich genezi, která trvala přes 200 let a vyvrcholila v první polovině 20. století (Klomínský et al., 2010a), kdy na toto téma bylo napsáno nemálo publikací, například H.H. Readova *The Granite Controversy* (1957), v češtině Havlena a Pouba (1953) nebo *Origin of Granite* (1948) od Jamese Gillulyho, který dokonce ve své publikaci rozohněně píše, cituji „*I thoroughly believe in granitization!*“. Vznikaly názory, vysvětlující vznik granitoidů nikoli krystalizací magmatu, ale granitizací, což se dá popsat jako proces rekrytalizace v pevném stavu ze substrátu vhodného složení. Tyto hypotézy lze označit jako granitizační hypotézy. Někteří vědci si ji spojovali s metasomatózou, jiní si ji představovali zase jako transformaci “suchou”. Vědci, kteří zastávali tyto názory, sami sebe nazývali transformisty (např. Winter, 2001; Bets et al., 2000). V dnešní akademické obci je snad již granitový problém překonán hlavně díky laboratorním experimentům a granitizační hypotézu zastává ve světě už jen málo vědců (Holub, 2002).

Granitoidy vznikají tavením a intruzí hydratovaných silikátových magmat ze spodní kůry, případně pokročilou diferenciací plášťových magmat a jsou typickým produktem tavby kontinentální kůry.

Mohou vznikat různými způsoby, člení se však na tyto 4 základní mechanismy, které mají zásadní vliv na složení výsledného produktu. Nazýváme je jako „klasifikace S-I-A-M“ (např. Winter, 2001)

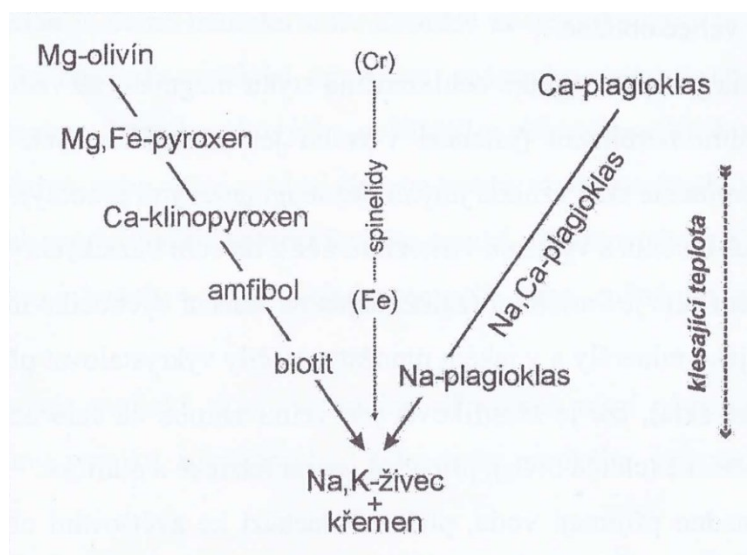
- **S-granity** – vznikají tavením sedimentárních materiálů v orogenním prostředí subdukčních zón,
- **I-granity** – vznikají tavením mafických magmatitů plášťového původu v orogenním prostředí subdukčních zón,
- **M-granity** – vznikají diferenciací plášťových magmat v orogenním i anorogenním prostředí (např. ostrovní oblouky a ostrovy), oceánským vnitrodeskovým magmatismem,
- **A-granity** – vznikají tavením suchého a dříve přetaveného rezidua v anorogenním prostředí, nebo diferenciací alkaličtějších mafických magmat, ze stabilních kratonů, v riftových zónách.

Tab. 1. Obsahy prvků/oxidů klasifikace S-I-A-M dle Wintera z dat Whita a Chapella (1983), Clarka (1992) a Whalena (1985). \* Molární poměr  $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ .

Typ	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	Ca, Sr	A/(C+N+K) *	Fe <sup>3+</sup> /Fe <sup>2+</sup>	Cr, Ni	δ <sup>18</sup> O	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>
M	46-70%	nízký	vysoký	nízký	nízký	nízký	<9	<0.705
I	53-76%	nízký	vysoký v mafických horninách	nízký: metaluminické až peraluminické	střední	nízký	<9	<0.705
S	65-74%	vysoký	nízký	vysoký metaluminické	nízký	vysoký	>9	>707
A	vysoký → 77%	Na <sub>2</sub> O vysoký	nízký	variabilní	variabilní	nízký	variabilní	variabilní

### 3.3 Zvětrávání granitů

Granity, i když patří k materiálům všeobecně odolnějším vůči zvětrávání, jsou náchylné na mechanické i chemické zvětrávání (Winkler, 1994), které se většinou negativně projevují na jejich užitých i fyzikálních vlastnostech (Sousa et al., 2005). Za mechanické zvětrávání, které se projevuje primárně dezintegrací zrn, jsou zodpovědné například gelifrakce, insolace a krystalizace solí v mezipórovém prostředí (García-Talagón, 1998; Baptista-Neto, 1996). Vůči chemickému zvětrávání granity tolik odolné nejsou, kvůli velkému obsahu koncových minerálů z Bowenova reakčního schématu – např. Ca živce, které nejsou na zemském povrchu tolik stabilní.



Obr. 2. Bowenovo reakční schéma (Holub, 2002).

Zvětrávání sodnovápenatých živců je jedna z nejdůležitějších dílčích složek při zvětrávání granitů užitých jako dekoračního kamene (Obr. 4). Působení atmosféry ve vlhkém, acidním prostředí může mít za následek reakci zvanou kaolinizace, kdy reagují sodnovápenaté živce s  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ , kdy na povrchu kamene vzniká povlak kaolinitu ( $\text{Al}_4(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ ) (Wilson, 2004). Blum (2004) dále dělí



zvětrávání živců na dvě hlavní stadia: rozpouštění a srážení. Zvětrávání živců se projevuje rozpouštěním všech jeho složek se současným srážením sekundárních minerálů z vylouženého roztoku. Rozpouštění živců je velmi pomalé a délka tohoto rozpouštění, která závisí také na velikosti zrn a množství obsaženého živce, významně ovlivňuje celkovou rychlost celého procesu zvětrávání. Reakce se urychluje s klesajícím pH; při  $\text{pH} < 6$ , tím pádem se dá zjednodušeně říci, že „čím nižší pH, tím rychlejší zvětrávání“ (Blum, 1994). Délka zvětrávání živců v přirozených podmínkách se pravděpodobně pohybuje okolo 100 tis. let (Wilson 2004). Proto je pochopitelné, když výzkumy, které probíhají v posledních letech jsou k takto „rychlé“ kaolinizaci (tzn. v řádech desetiletí až staletí, Obr. 5) na povrchu užitého granitu skeptické.



Obr. 3. Projev kaolinizace na kostele Sv.Jorge ve městě La Coruña (Schiavon, 2006).

Postupem času mohou minerály obsažené v hornině změnit anebo ztrácet barvu. Nejnáchylnější jsou minerály, v nichž je obsaženo železo, díky kterému jsou méně odolné vůči atmosférickým vlivům. V žulách obsažené se jedná primárně o biotity, které časem blednou a dostávají světle hnědou až zlatavou barvu. Slída na začátku zvětrávacího procesu ztrácí ze své krystalické silikátové mřížky atomy železa, které se následně koncentrují na okrajích slídy a vytváří tak rezivě okraje (Winkler, 1994)

Irfan a Dearman (1978) zkoumali hlavní fáze rozkladu Cornwallského granitu a výsledky jejich pozorování se dají aplikovat na zvětrávání téměř všech granitů. Vyčlenily tyto 4 fáze:

1. Čerstvý granit – minerály jsou nezvětralé, živce a hornblendy si zachovávají svůj skelný lesk a původní barvy. Tvrdost čerstvého živce se dá ověřit pomocí rýpnutí kapesního nože.
2. Částečně skvrnitý granit – většina minerálů stále vypadá zachovale. Živce blednou a začínají se drolit, biotit je částečně rozpadlý. Podél mikrotrhlin se objevují skvrnky.
3. Celkově skvrnitý granit – plagioklas zvětrává na malé jílovité agregáty. Celý granit je pokrytý skvrnami a intenzivně, ale jemně rozpraskan.
4. Celkově navětralý granit – lehce zvětralé draselné živce, ve vyběleném křemenu se objevují mikrotrhliny. Dezintegrace jednotlivých minerálních zrn s intenzivní tvorbou mikrotrhlin.

Dalším zvětrávacím faktorem, který má na svědomí mechanické zvětrávání granitů, je rozdíl teplot, anebo jejich změna, která se může projevat mnoha způsoby. Například rychlá změna teplot během krátkého časového úseku může mít za následek exfoliaci, která je častým důsledkem zvětrávání nejen u granitů, ale i u dalších typů hornin. Dochází zde ke zmrznutí pórové vody, tím pádem ke zvětšení jejího objemu a následnému rozrušování struktury horniny a zvyšování její pórovitosti. Na

stejném principu se zakládá také gelifrakce, díky které dochází k rozpadu hornin pomocí tlaku zformovaného ledu v trhlinách (Petránek et al., 2016).

Zejména rozdílná povrchová teplota jednotlivých se následně rozpínajících minerálů, způsobená slunečním zářením nebo jiným povrchovým zahřátím, by mohla mít za následek postupný rozpad horniny (Obr. 6). Záleží zde hlavně na barvě, velikosti povrchu a tepelné kapacitě minerálu. Takový mechanismus se nazývá „zvětrávání insolací“ (Goméz-Heras et al., 2006).



Obr. 4. Granulární desintegrace na budově ve městě Ávila ve Španělsku (M. Goméz-Heras et al., 2006).

Jedním z primárních zvětrávacích činitelů je bez debaty krystalizace různých solí v pórovém prostoru granitů. Objevují se na kameni buď ve formě agregátů nebo ve formě solných povlaků/krust. Soli se začínají formovat v pórech a tím porušují strukturu horniny, na které následně tvoří mikrotrhliny. Složení soli na hornině se liší nejen podle jejího geografického umístění, záleží však také na mnoha dalších faktorech (García-Talegón, 1998).

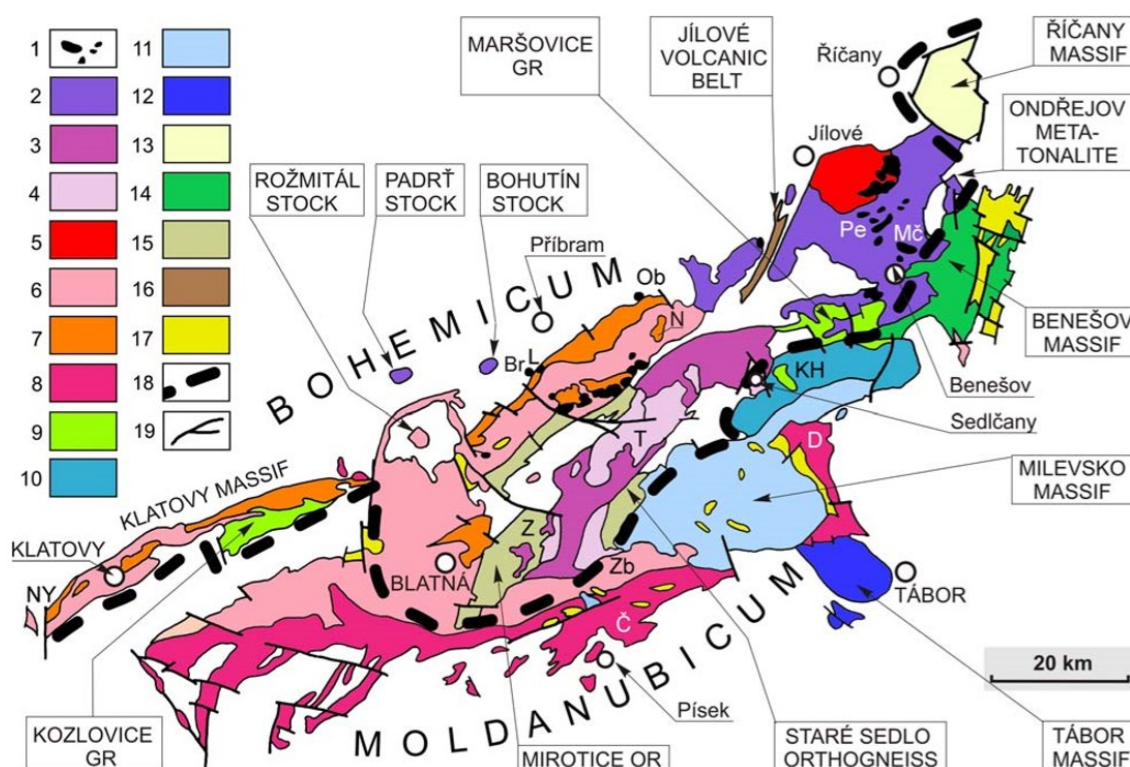
Důsledkem znečištění vzduchu ve městech jsou také šedavé až černé krusty objevující se na granitech. Vznikají chemickými reakcemi povrchu kamene s kyselými dešti, prachem z ulic, látkami vzniklými spalováním fosilních paliv a dalšími kapalnými i plynnými polutanty vzduchu. Složení těchto krust obsahuje hlavně vykrystalizované soli, nejvíce však vápenec a částčky již dříve zmíněných polutantů. Napomáhají tomu také časté a prudké deště, kdy dochází v krátkých intervalech ke střídání mokrého a suchého povrchu. Ve městech, která leží nedaleko pobřeží, mohou reagovat také s aerosolem vzniklého z mořské vody, načež může krusta obsahovat také halit (NaCl) a jiné soli rozpustné v mořské vodě (Baptista-Neto, 1996).

Ve městech s téměř nulovým znečištěním ovzduší hrají ovšem ve zvětrávání prim jiné faktory. Nejvíce však malta, kterou jsou jednotlivé kvádry spojeny k sobě, a znečištění srážkové a podzemní vody (Baptista-Neto, 1996). V maltě jsou obsaženy rozpustné soli, které se při pohybu vlhkosti stavbou rozpouští a krystalizují nejen na povrchu, ale i v pórech přirozeně vyskytujícími se v hornině, a v pórech způsobenými nedokonalým přilnutím materiálů při stavbě. Tato krystalizace následně destruktivně rozrušuje všechny použité materiály a dělá je náchylnějšími k mechanickému zvětrávání (O'Brian, 1995).

## 4 POŽÁRSKÁ ŽULA

### 4.1 Stručně o Středočeském plutonickém komplexu

Území, na kterém se rozkládá Česká republika je poměrně malé, ale i přes to je velice geologicky různorodé a zajímavé svou geologickou minulostí (Kachlík, 2003). Čechy a část západní Moravy a Slezska jsou součástí Českého masivu, který je jeden z nejvýznamnějších a plošně nejrozsáhlejších fragmentů variského orogénu (Kachlík, 2003). Krystalický fundament Českého masivu obsahuje četná granitická tělesa stáří prevariského a variského (Chlupáč et al., 2011), která se na našem území od jakživa těžila a v některých se těží dodnes. Nejrozsáhlejší těžba granitů probíhá v současné době právě ve středočeském plutonickém komplexu (Obr. 7), který disponuje jejich velkou rozmanitostí (Rybařík, 1994).



Obr. 5. Rozdělení středočeského plutonického komplexu (Cháb et al. 2008). Vysvětlivky: 1 – gabbro/gabrodiorit, 2 – Sázavský tonalit/diorit/granodiorit, 3 – Kozárovský granodiorit, 4 – Těchnický granodiorit, 5 – Požárský trondhjemit, 6 – Blatenský granodiorit (N – Něžinský granodiorit), 7 – hraniční granit, 8 – granodiorit z Červené (Č) a Dehetníku (D), 9 – Kozlovický a Maršovický granodiorit, 10 – Sedlčanský granodiorit, 11 – melagranit/metagranit z Čertova břemena, 12 – Tábořský melasyenit, 13 – Říčanský granit, 14 – Benešovský granodiorit, 15 – Migmatit (Mirotice, Staré Sedlo), 16 – Alaskit z Jílového, 17 – leucogranity, 18 – tektonostratigrafická hranice jednotek, 19 – zlomy, Pe – Peceradické gabbro, Z – Zálužanský křemenný monzonit, Zb – Zbonínský granit, KH – granodiorit z Kosovské Hory, Ny – Nýřanský granit, MČ – Mračský granodiorit, L – Lešetická jednotka, Ob – Obořišťská jednotka.

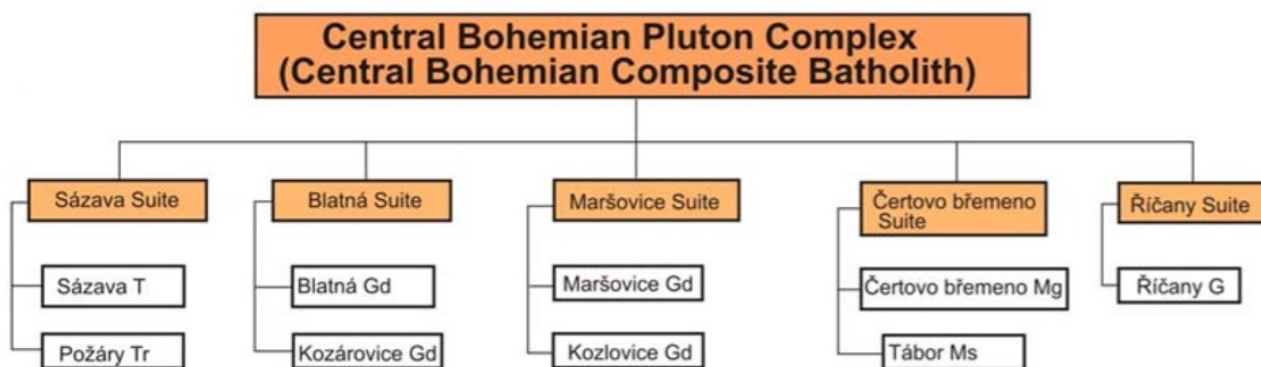
Zařazení Středočeského plutonického komplexu (dále již jako SČPK) není zcela jednoznačné, jelikož pluton leží přesně na hranici mezi moldanubickou a tepelsko-barrandienskou oblastí (= bohemikum) (Chlupáč et al., 2011). Například Cháb (2008) a Kachlík (2003) ho řadí k právě k bohemiku, ale Chlupáč et al. (2011) k moldanubiku. K tomu je právě konvenčně počítán vzhledem k jeho složitému pronikání do moldanubických komplexů na jihovýchodě.



SČPK se rozkládá v severozápadní části moldanubické oblasti Českého masivu mezi Říčany, Tábořem a Klatovy. Vnitřně složitý plutonický komplex o celkové rozloze cca 3000 km<sup>2</sup>, pravděpodobně intrudoval podél středočeského švu (Chlupáč et al., 2011) jako součást variské orogeneze cca mezi 360 až 324 Ma (Klomínský et al., 2010a). Intruze by se dala klasifikovat jako intruze andského typu. Majoritními horninami jsou granitoidy, minoritu zde tvoří tzv. ostrovní zóny obsahující kontaktně metamorfované proterozoické a paleozoické přerušované zbytky synklinárních struktur pláště plutonického komplexu (výjimku zde tvoří jílovské pásmo). Tyto metamorfované ostrovy jsou už řazené k bohémiku. Okolní horniny na styku s plutonem jsou metamorfované kontaktní metamorfózou. Ve kře tepelsko-barrandienské oblasti jsou horniny metamorfované na lem plodových břidlic a rohovců a v moldanubické oblasti převládá lem hornin s cordieritem (Chlupáč et al., 2011). Jedná se o nejrozsáhlejší komplex hlubinných vyvřelin na našem území. Granitoidy středočeského plutonického komplexu se dají zařadit jako v klasifikaci S-I-A-M jako granitoidy typu I a S (Klomínský et al., 2010a).

Granitoidy středočeského plutonického komplexu vznikly diferenciací ze zemské kůry i pláště. Dají se členit různými způsoby. Janoušek et al. (2000b) vymezuje podle chemického složení, petrografie a mineralogického složení (Obr. 8):

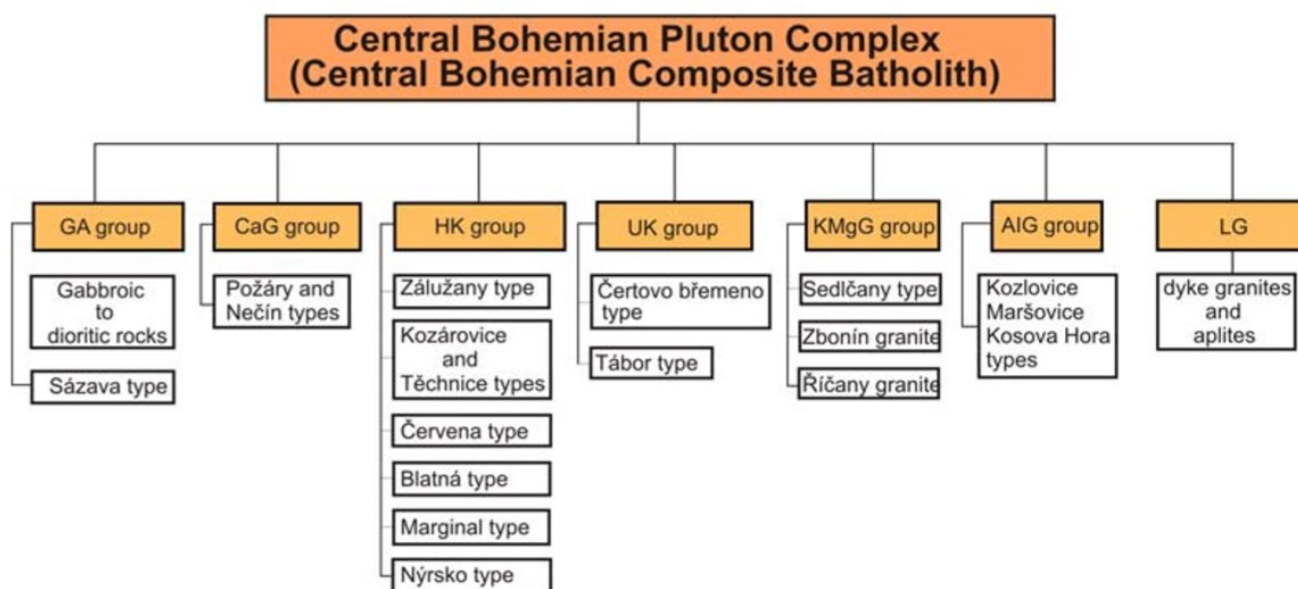
- Sázavský typ;
- Blatenský typ;
- Říčanský typ;
- Maršovický typ;
- typ Čertovo břemeno.



Obr. 6. Klasifikace SČPK dle Janouška (2000b).

Holub (1997) ve střebočeském plutonickém komplexu vymezil dle geochemického složení sedm typů granitoidů (Obr. 9):

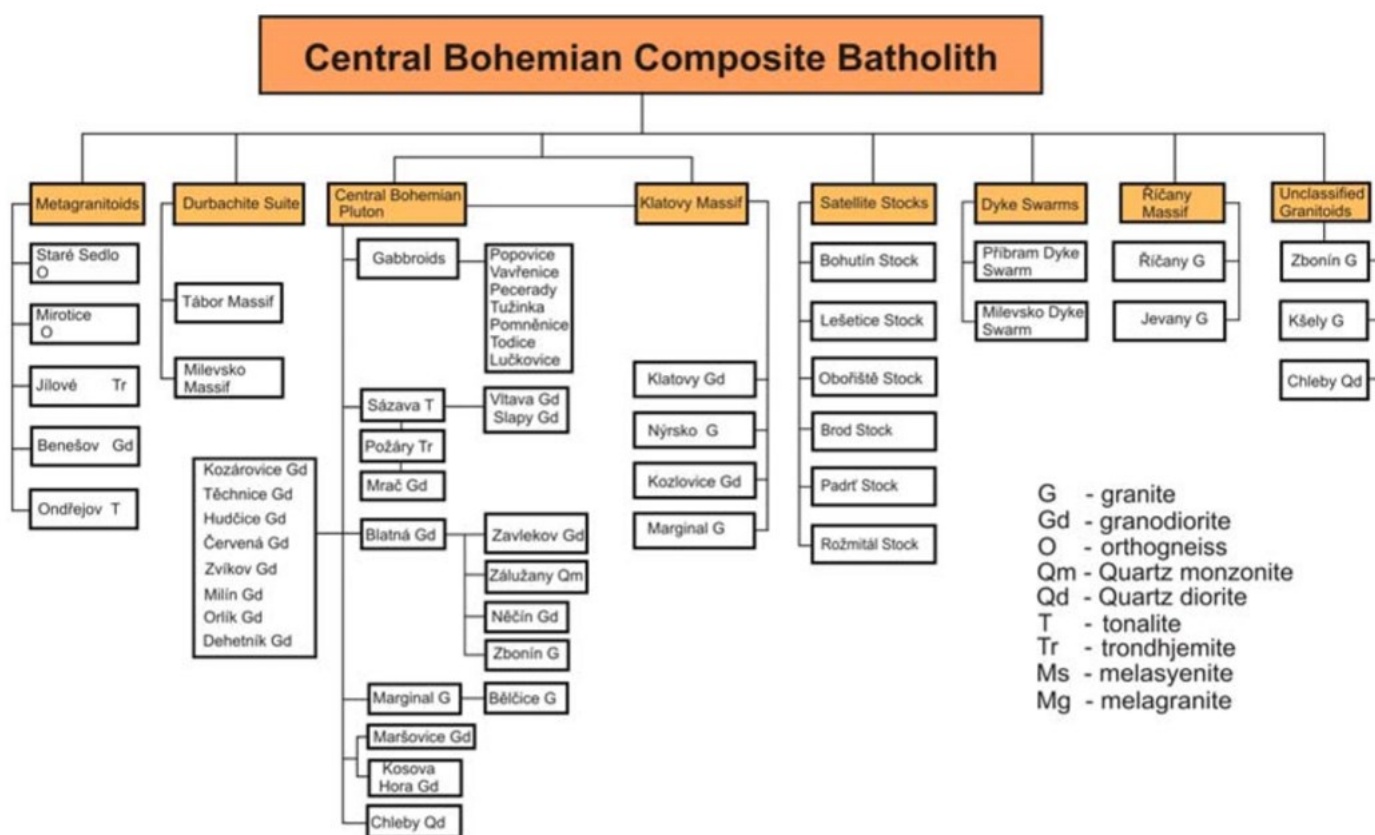
- GA skupina – vápenato-alkalická skupina (hornblend gabro až biotit-hornblend granodiorit);
- CaG skupina – kalcitem bohaté a draslíkem chudé kyselé granitoidy (biotitický granodiorit až trondhjemit);
- HK skupina – vysoce draselné, vápenato-alkalické až šošonitické;
- UK skupina – ultradraselná skupina zahrnující amfibol-biotitické až pyroxen-biotitické melasyenity až melagranity;
- KMgG skupina – kyselejší, vysoce draselné a vysoce hořečnaté granity příbuzné UK skupině;
- LG skupina – žilné leukogranity;
- AIG skupina – peraluminní granitoidy.



Obr. 7. Klasifikace granitoidů SČPK dle Holuba (1997).

Nakonec členění, které Klomínský (2010a) použil ve svém atlase (Obr. 10):

- Středočeský pluton – vápenatoalkalické a vysoce draselné granitoidy, I a S typy;
- Klatovský masiv – apofýza středočeského plutonického komplexu;
- Satelitní peň;
- Žilné roje;
- Říčanský masiv;
- Durbachitové plutonity;
- Metagranitoidy;
- Neklasifikované granitoidy.



Obr. 8. Členění SČPK dle Klomínského (2010).

#### 4.2 Těžba hornin ve Středočeském plutonickém komplexu

Ve středočeském plutonickém komplexu se pro hrubé kamenické výrobky těží sázavský amfiboliticko-biotitický granodiorit až křemenný diorit, sedlčanský porfyrický biotitický granodiorit, sedlčanský, převážně usměrněný biotitický až amfibol-biotitický granodiorit až křemenný diorit, blatenský biotitický až amfibol-biotitický granodiorit a říčanský biotitický granodiorit (Tab. 2).

Tab. 2. Příklady některých momentálně činných lomů SČPK.

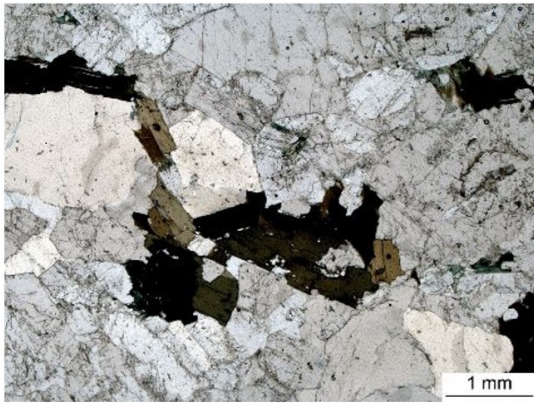
Typ žuly	Jméno lomu	Provozovatel
Nečínská žula	Lom Nečín	HERLIN, spol. s.r.o
Žernovská žula	Lom Žernovka	LOM ŽERNOVKA, s.r.o
Sedlčanská žula	Lom Solopysky u Třebenic	KAVEX Bohemia s.r.o
Sedlčanská žula	Lom Vápenice	ČESKÁ ŽULA, spol. s.r.o
Vepická žula	Lom Vepice	Jihokámen, výrobní družstvo
Hudčická žula	Lom Hudčice	Kámen Hudčice, s.r.o
Málkovská žula	Lom Drahenický Málkov	Málkov Granit Baumann, s.r.o
Vahlovická žula	Lom Vahlovice I	M. & H. Granit, spol. s.r.o
Blatenská žula	Lom Chlum u Blatné, Lom Blatná	HERLIN, spol. s.r.o
Požárská žula	Lom Krhanice	Dobet, spol.s.r.o
Požárská žula	Lom Prosečnice	ABAKRON, s.r.o

#### 4.3 Petrologie požárské žuly

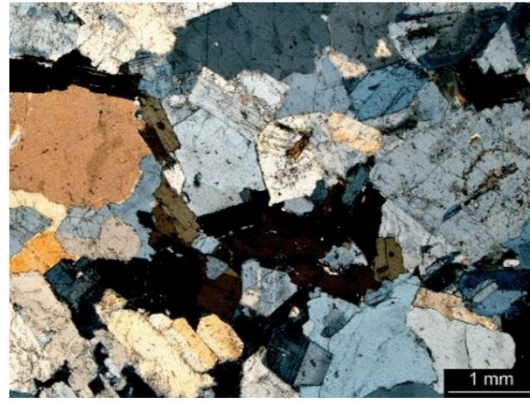
Požárská žula je petrologicky klasifikována různě, nejčastěji však jako biotitický granodiorit (Koutník et al., 2015), či biotitický leukokratní křemenný diorit (Rybařík, 1994), L. Čepěk (1941) ho dokonce nazývá biotitickým dioritem křemenným. Tato bakalářská práce klasifikuje požárskou žulu jako trondhjemit dle např. Koutníka et al. (2015). Nachází se na severovýchodním okraji středočeského plutonického komplexu na styku s tepelsko-barandienskou oblastí, jihovýchodně od Prahy a severoseverozápadně od Benešova. Požárská intruze buduje značně rozsáhlé těleso obdélníkového tvaru a její stáří bylo radiometrickým datováním zirkonu určeno na  $351 \pm 11$  Ma (Klomínský et al., 2010a).

Mineralogicky se požárská žula skládá z křemene ( $\text{SiO}_2$ ), biotitu ( $\text{KFeMg}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ ), oligoklasu ( $(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Al,Si})\text{Si}_2\text{O}_8$ ) a ortoklasu ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), v poměru křemen  $\approx 33$  %, K-živce  $\approx 15$  %, plagioklas  $\approx 48$  %, biotit 4 % (objemová) (Koutník, a další, 2015) (Obr. 11-12). Akcesorické minerály zastupují muskovit ( $\text{KAl}_2(\text{OH,F})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$ ), apatit ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH,F,Cl})$ ), zirkon ( $\text{ZrSiO}_4$ ), titanit ( $\text{CaTiSiO}_5$ ), který může za její lehce namodralé zbarvení a epidot ( $\text{Ca}_2(\text{Fe,Al})\text{Al}_2[\text{O/OH/SiO}_4/\text{Si}_2\text{O}_7]$ ). Díky tomuto složení spadá do skupiny hornin CaG středočeského plutonického komplexu, konkrétně trondhjemitů (Klomínský et al., 2010a).





Obr. 9. Požárská žula pod optickým mikroskopem v procházejícím světle, polarizace s jedním nikolem (P. Koutník et al., 2015).



Obr. 10. Požárská žula pod optickým mikroskopem v procházejícím světle, polarizace se zkříženými nikoly (P. Koutník et al., 2015).

Makroskopicky se žula dá popsat jako světle modrošedá (Obr. 13), středně zrnitá se zrnitostí 0,05 až 3 mm, všesměrné horninové stavby (Kraus et al., 1987). Homogenitu horniny může porušovat obsah menších, ostře ohraničených, černých biotitických uzavření (Rybařík, 1994) vzniklých následkem nahromadění biotitových lupínků při proudění magmatu (Čepek et al., 1941), dále hnízdy pegmatitu a žilami křemene (Kraus et al., 1987). Občas se mohou v požárské žule najít „kazná“ zašedlá tělesa nevábneho vzhledu označována lidově jako „žabák“. Jedná se o plovoucí kry sázavského granodioritu (Vachl, 1931). Požárská žula má velmi příznivé fyzikální vlastnosti (Tab. 3).



Obr. 11. Dokumentační destička vybroušené požárské žuly 15 x 8 cm (ČGS, 2009)

Tab. 3. Základní fyzikální vlastnosti požárské žuly (Koutník, a další, 2015).

<b>Fyzikální vlastnost</b>	<b>Hodnoty</b>
Objemová hmotnost (kg/m <sup>3</sup> )	2670
Měrná hmotnost (kg/m <sup>3</sup> )	2700
Nasákavost (%)	0,14
Otevřená pórovitost (%)	0,4
Zdánlivá pórovitost (%)	0,4
Celková pórovitost (%)	8
Součinitel nasákavosti (gm <sup>-2</sup> s <sup>-1/2</sup> )	0,8
Součinitel lineární tepelné roztažnosti (10 <sup>6</sup> K <sup>-1</sup> )	7,7
Pevnost v tlaku (MPa)	154,3
Pevnost v tahu za ohybu (MPa)	17,2
Odolnost proti obrušování (mm)	14,5

#### 4.4 Jako dekorační kámen

Díky své líbivé šedomodravé barvě a vnitřní stavbě (Obr. 13) a výborné leštitelnosti je požárská žula jedním z našich nejvýznamnějších dekoračních kamenů a oblíbeným stavebním materiálem nejen v ČR, ale také v zahraničí. Požárská žula se velmi osvědčila jako dekorační kámen na obklady staveb (GEOINDUSTRIA, 1976). Ty lze vidět například na budově Ministerstva zemědělství nebo na zastávce metra C – Pražského Povstání (ČGS, 2009). Její příznivý vzhled se také odráží na vysokém počtu památek, na kterých je žula využita – například pomník na Invalidovně, podstavec sv. Václava na Václavském náměstí a Jezdecké sochy Jana Žižky na Vítkově (Obr. 14), v neposlední řadě pak také podstavec pomníku našim legionářům z první světové války na hřbitově Père-Lachaise v Paříži (Obr. 15) od sochaře Karla Dvořáka (Rybařík, 1994). Využití jako sochařského kamene lze názorně vidět na soše Františka Palackého na Palackého náměstí v Praze, jako obkladového kamene pak na budově Ministerstva zemědělství.



Obr. 12. Jezdecká socha Jana Žižky na Vítkově (VHÚP, 2010).



Obr. 14. Pomník českým legionářům na pařížském hřbitově Père-Lachaise ([https://www.flickr.com/photos/o\\_0/31328958391/](https://www.flickr.com/photos/o_0/31328958391/)).



#### 4.5 Historická těžba Požárské žuly

Požárská žula, dříve nazývaná též konopišťská, se systematicky těžila už zhruba od začátku 19. století (Velfík, 1913-1917) za knížete Lobkovice a pak zejména za Ferdinanda d'Este, na území tehdejšího konopišťského panství (Obr. 16). Největší rozmach těžby se datuje před II. světovou válku, kdy byly ve správě Státních lesů a statků. Během války byla těžba v lomu utlumena a s nástupem komunismu byly lomy znárodněny (GEOINDUSTRIA, 1976). Dobývalo se zde ve dvou lomech – „na Doubí“, a „ve Vrchu“ neboli „na Vrších“.

Velfík (1913-1917) lom „na Vrších“ připodobňuje veliké oválné, skalními stěnami omezené aréně, která je proti svahu návrší široce u dna lomu otevřena, s délkou v ose oválovitého půdorysu dosahujícího 90 m, šířkou v kratší ose půdorysu 60 m a výškou nejvyšší skalní stěny uprostřed lomu 60 m. Popisuje také odlučování jednotlivých bloků žuly přesnými puklinami, štěrbinami a slujemi na sebe kolmými, díky nimž je skalní stěna rozpukaná na skutečné balvanité kvádry. V lomu „v Doubí“ se dobývala žula na třech těžebních místech na různé úrovni a ve větším měřítku, než v lomu „na Vrších“. Mezi metody těžby patřilo klínování a odstřelování střelným prachem, zapalovaný elektrickým proudem v ručně vrtaných děrách.



Obr. 15. Na mapě z 19. století je krásně vidět brzdová dráha k lomu "v Doubí" (Austrian State Archive, 1842-1852).



V té době transportní výbavu obou lomů tvořily 3 polní brzděné dráhy firmy Orenstein & Koppel, které kámen dopravovaly z místa lámání do kamenické hutě a na napojenou na železniční zastávku Horní Požáry (Velfík, 1913-1917).

První z jmenovaných lomů byl v 50. letech 20. století opuštěn a zarostl lesem. V roce 1944 se objevuje ve filmu Skalní plemeno, kde představuje jako žulový lom Borovíčko (Opěla, 1998). Od jeho zavření je využívám trampy a je mezi nimi znám jako tramská osada Kanada a Modrý Orel. V lomu „na Vrších“ (dnes lom „Dolní Požáry u Prosečnice“ nebo jen krátce „Prosečnice“) se těží s krátkými přestávkami do dnes.

#### 4.6 Těžba dnes

Od roku 2015 vlastní a v roce 2016 obnovuje těžbu v lomu Dolní Požáry u Prosečnice společnost Abakron (Abakron, 2016). Roku 1962 se znovuotevřela firma DOBET lom Krhanice. Díky pravidelnému vývoji odlučných ploch horniny při zvětrávání a malému tektonickému porušení z ní lze vylamovat bloky o objemu několika m<sup>3</sup>, které tvoří přibližně 30% objemu těžby vyhovující pro všechny použití dekoračního kamene (Kraus, a další, 1987). Dnes se ale požárská žula netěží jen jako dekorační kámen, ale i na dlažební kostky, krajníky, šterk a tak dále.

##### 4.6.1 Požáry – „na Vrších“

Lom se nachází na katastrálním území obce Krhanice, severně od železniční zastávky Prosečnice, na kterou téměř navazuje. Člení se na dvě části – Požáry I a Požáry II (GEOINDUSTRIA, 1976). Zhruba do 80.let 20.století se těžilo jen v části Požáry I, dnes se už těží jen převážně v druhé části, kde se by měla být žula kvalitnější díky menšímu výskytu tzv. žabáků.

Ve svrchní části se zvětrávacími procesy tvoří tzv. zvětralinový plášť ložiska, který je nepravidelně vyvinut v závislost na stupni porušení skalního podkladu. V plášti a eluviu se nachází opracované balvany a balvanité, slabě navětralé výchozy.

Přestože ložisko tvoří hornina vcelku homogenní, poměry ložiska jsou vcelku komplikované. Kvůli jeho tektonické stavbě a vysokého stupně porušení ložiskové výplně je ložisko zařazeno do 2. skupiny ložisek složitých s nerovnoměrným rozložením užitkových a škodlivých složek (GEOINDUSTRIA, 1976).

Novější průzkum pro společnost Abakron, který by obsahoval i výpočty zásob, bohužel není pravděpodobně momentálně ještě zveřejněn.

##### 4.6.2 Lom Krhanice

Lom se nachází na katastrálním území obce Krhanice, konkrétně na jejím severozápadě, v okrese Benešov. Železniční vlečkou je napojen na nedalekou železniční trať (UNIGEO a.s., 2010).

Na stavbě ložiska se podílejí 2 typy žul – sázavský typ a typ požárský. Oba typy jsou doprovázeny žilnými horninami, převážně však lamprofyry, porfyryty a pegmatity. Ložisko má výraznou puklinovou propustnost. Ve svrchních partiích se působením zvětrávacích procesů kámen rozpadá do různých zvětralinových typů. Sázavský typ je postižen celkově, rozpad žuly je balvanovitý. Požárský typ je porušen intenzivnějším rozpukáváním s nepravidelným rozkladem horniny. V nejvyšších vrstvách se oba typy rozpadají na písek. Horniny na ložisku se dle zvětrání mohou rozdělit do tří skupin: zdravé až slabě navětralé; slabě navětralé až zvětralé; zvětralé až rozložené. Celková průměrná

mocnost skrývka na ložisku činí cca 2,5 m v podobě silně zvětralé horniny a eluvií charakterem písku (UNIGEO a.s., 2010).

V roce 1963 provedl V. Rybařík a spol. výpočet zásob. Provedeným průzkumem bylo zjištěno 5 500 tis. m<sup>3</sup> zásob bilančních prozkoumaných volných, 583 m<sup>3</sup> nebilančních zásob prozkoumaných volných a 244 tis. m<sup>3</sup> nebilančních zásob vyhledaných volných. Celkem tedy 6 327 tis. m<sup>3</sup> geologických zásob.

Poslední přepočet zásob provedla společnost UNIGEO a.s. v roce 2009. Výsledkem bylo celkem geologických zásob 4 616 tis. m<sup>3</sup>, z toho prozkoumaných bilančních volných 3 791 m<sup>3</sup> a prozkoumaných nebilančních volných 825 m<sup>3</sup>. Využitelných skrývek bylo spočteno 167 tis. m<sup>3</sup>, které se po úpravě dají využít jako materiál do silničních násypů nebo inženýrských staveb (UNIGEO a.s., 2010).

## 5 ZÁVĚR

I přes deklarované nadprůměrné fyzikální a mechanické vlastnosti není žula natolik stabilní na zemském povrchu, aby nepodléhala zvětrávacím procesům. Důsledky těchto procesů se nepříznivě odráží na výrobcích a stavbách, kde byla žula použita ať už jako stavební či dekorační kámen. Zvětrávací procesy můžeme rozdělit na chemické (např. rozpouštění primárních minerálů a následná krystalizace minerálů supergenních) a mechanické (např. dezintegrace zrn v důsledku gelifrakce či insolace).

Požárská žula je jedním z našich nejoblíbenějších přírodních kamenů pro její skvělou leštitelnost. Požárská intruze je variského stáří a leží v SSZ části Středočeského plutonického komplexu jako součást Českého masivu ve variském orogénu. Petrologicky se dá popsat jako granit – trondhjemit s převahou felsických minerálů – křemene, draselných a vápenatých živců. Od začátku 19. století se těžilo v obci Prosečnice ve dvou lomech – „V Doubí“ a „Na Vrších“, z toho první se uzavřel v první polovině 20. století a zarostl lesem. Dnes se těží jen v rozšířeném lomu „Na Vrších“ a v lomu „Krhanice“ ve vedlejší obci Krhanice, který byl otevřen až v druhé polovině 20. století.

Jelikož ani požárská žula není odolná vůči zvětrávání, projevují se na jejím povrchu zvětrávací procesy, kvůli nimž ztrácí nejen na své estetičnosti, ale především mají primárně vliv na její pevnost. Díky své oblíbenosti je možné ji vidět na mnoha českých památkách a stavbách, a proto je budoucí výzkum pevnosti požárské žuly a její případné konzervace téměř nezbytný.

## 6 LITERATURA

- Abakron. 2016. Historie lomu. *lomprosecnice.cz*. [Online] 2016.
- Austrian State Archive, 1842-1852. Archivní mapový podklad z 19. století. s.l. : 2nd Military Survey, 1842-1852.
- Baptista-Neto J.A., Smith B.J., McAllister J.J., Silva M.A.M., Castanheira F.S., 1996. Surface modification of a granite building stone in central Rio de Janeiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias* 78(2): 317–330.
- Best M.G., Christiansen E.H., 2000. *Igneous Petrology*. Blackwell Publishing, Malden.
- Bland W.J., Rolls, D. 1998. *Weathering: An Introduction to the Scientific Principles*. Routledge, London.
- Clarke D.B., 1992. *Granitoid Rocks*. London, Chapman & Hall.
- Čepek L., Koutek J., 1941. *Kamenolomy v Horních Požářech a Mrači v Posázaví*. Praha
- Dorn R.I., 1998. *Rock coatings*. Developments in earth surface processes 6. Elsevier, Amsterdam.
- Dudek A., Malkovský M., Suk M., 1984. *Atlas hornin..* Academia, Praha. str. 312.
- García-Talegón J., Vicente M.A., Molina E., 1999. Decay of granite monuments due to salt crystallization in a non-polluted urban environment. *Materiales de Construcción* 49(253): 17–27.
- GEOINDUSTRIA., 1976. Závěrečná zpráva úkolu KRHANICE - POŽÁRY II. GM/M-33-XXI/389. GEOINDUSTRIA, n.p. PRAHA, 1976.
- Gilluly J., 1947. *Origin of Granite*. The Geological Society of America, Ottawa. str. 46.
- Goméz-Heras M., Smith B.J., Fort R., 2006. Surface temperature differences between minerals in crystalline rocks: Implications for granular disaggregation of granites through thermal fatigue. *Geomorphology* 78(3-4): 236–249.
- Havlena V., Poruba Z., 1953. *O současném stavu otázky vzniku žul*. Věstník Ústředního Ústavu geologického, Praha.
- Holub F.V., 1996. *Ultrapotassic plutonic rocks of the durbachite series in the Bohemian Massif: Petrology, geochemistry and petrogenetic interpretation*. Sborník geologických věd, Ložisková Geologie a Mineralogie, Praha.
- Holub, F., 2002. *Obecná a magmatická petrologie*. Karolinum, Praha. str. 170–182.
- [http://dekoracni-kameny.geology.cz/dk\\_cz.pl?tt\\_s=&iddk\\_=10011](http://dekoracni-kameny.geology.cz/dk_cz.pl?tt_s=&iddk_=10011), 23.3.2019
- <http://dobet.cz/kamenolom-krhanice>, 29.3. 2019
- <http://www.vhu.cz/husite-na-vitkove-1420-odhaleni-zizkovy-sochy-1950>, 29.3.2019
- Chlupáč I., Brzobohatý R., Kovanda J., Stráník Z., 2011. *Geologická minulost české republiky*. 2. opravené vydání. Academia, Praha.
- Irfan T.Y., 1978. The engineering petrography of weathered granite in Cornwall, England. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology* 12: 345-374.
- Kachlík V., 2003. *Geologický vývoj České republiky*. SÚRAO, Praha
- Klomínský J., Jarchovský T., Rajpoot G.S., 2010a. Introduction. *Atlas of plutonic rocks and orthogneisses in the Bohemian Massif*. Czech Geological Survey, Praha.

- Klomínský J., Jarchovský T., Rajpoot G.S., 2010b. Bohemicum. *Atlas of plutonic rocks and orthogneisses in the Bohemian Massif*. Czech Geological Survey, Praha.
- Koutník P., Antoš P., 2015. *Dekorační kameny Čech, Moravy a Slezka*. Univerzita J.E. Purkyně, Ústí nad Labem.
- Kraus I., Kužvart M., 1987. *Ložiska nerud*. Academia, Praha.
- Kužvart M., 1990. Kámen ve službách civilizace. Academia, Praha.
- Kužvart M., 1987. *Ložiska nerud*. Nakladatelství technické literatury, Praha.
- Kužvart M., 1984. *Ložiska nerudných surovin*. Academia, Praha.
- Kužvart M., 1983. *Ložiska nerudných surovin ČSR*. Univerzita Karlova, Praha.
- Nédélec A., Bouchez J.-L., 2015. *Granites. Petrology, Structure, Geological Setting and Metallogeny*. Oxford University Press, Oxford. str. 355.
- O'Brien P.F., Bell E., Santamaria S.P., Boyland P., Cooper T.P., 1995. Role of mortars in the decay of granite. *The Science of the Total Environment* 167(1-3): 103–110.
- Opěla V., 1998. *Český hraný film 1930-1945*. Národní filmový archiv, Praha. str. 326.
- Petránek J. a kol., 2016. *Encyklopedie geologie*. ČGS, Praha.
- Pitcher W.S., 1993. *The Nature and Origin of granite*. Blackie, London.
- Pivko D., 2004. World's quarries of commercial granites - localization and geology. In: Příkryl R. (ed.) *Dimension stone*. 1<sup>st</sup> ed., Taylor & Francis Group, London.
- Rybařík, V., 1994. *Ušlechtilé stavební a sochařské kameny ČR*. ČGS, Praha.
- Scheffler M.J., Normandin K.C., 2004. Dimension stone durability: evaluation of climatic data for several European and North American cities. In: Příkryl R. (ed.) *Dimension stone*. 1<sup>st</sup> ed., Taylor & Francis Group, London.
- Schiavon N., 2006. Kaolinisation of granite in an urban environment. *Environmental Geology* 52(2): 399–407.
- Sousa L.M., del Río L.M.S., Calleja L., de Argandona V.G.R., Rey A.R., 2005. Influence of microfractures and porosity on the physico-mechanical properties and weathering of ornamental granites. *Engineering Geology* 77(1-2): 153–168.
- Syrový B. 1984. *Kámen v architektuře*. Nakladatelství technické literatury, Praha.
- Tuttle O.F., Bowen L., 1958. *Origin of granite in the light of experimental studies in the system NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>-KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O*. s.l. : Geological Society of America Memoirs 74, str. 153.
- Kratochvílová L., 2010. Krhanice - přepočítání zásob výhradního ložiska stavebního kamene Z210047. UNIGEO a.s., Ostrava
- Vachtl J., 1931. *Soupis lomů ČSR, Okres Jilové*. Československý svaz pro výzkum a zkoušení techniky důležitých látek a konstrukcí - ústav M.A.P., spolu se Státním ústavem geologickým v Praze, Praha., str. 20–21.
- Velfík A.V., 1913-1917. *Nauka o stavebních hmotách, zvláště o horninách technicky významných, o jejich zkoumání a zpracování*. Česká Matice Technická, Praha.
- Wedepohl K.H., 1991. *Chemical composition and fraction of the continental crust*, Stuttgart : Geologische Rundschau, Stuttgart.

White A.J.R., Chappell B.W., 1983. Granite types and their distribution in the Lachlan Fold Belt, southeastern Australia. *Geological Society of America Memoirs* 159.

Wilson M.J., 1999. Weathering of the primary rock-forming minerals: processes, products and rates. *Clay Miner* 34 (1): 7-25

Winkler E.M. 1994. *STONE in Architecture*. Springer-Verlag, Paříž.

Winter J.D, 2001. *An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology*. Prentice Hall, New Jersey. str. 343-363.